

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

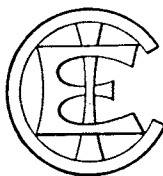
Publication 444

Première édition — First edition

1973

**Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance
et de la résistance série équivalente des quartz piézoélectriques
par la technique de phase nulle dans le circuit en π**

**Basic method for the measurement of resonance frequency
and equivalent series resistance of quartz crystal units
by zero phase technique in a π -network**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 444

Première édition — First edition

1973

**Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance
et de la résistance série équivalente des quartz piézoélectriques
par la technique de phase nulle dans le circuit en π**

**Basic method for the measurement of resonance frequency
and equivalent series resistance of quartz crystal units
by zero phase technique in a π -network**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définition de la résonance série	6
3. Plan de référence et caisse de blindage	6
4. Principe de mesure	6
5. Circuit de mesure	8
5.1 Réseau en π	8
5.2 Accessoires du circuit en π	14
5.3 Appareils de mesure associés	14
6. Méthode de mesure	18
6.1 Etalonnage initial du circuit en π	18
6.2 Mesures de la fréquence et de la résistance	20
ANNEXE — Information supplémentaire relative à la précision	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definition of resonance frequency	7
3. Reference plane and shielding box	7
4. Principle of measurement	7
5. Measuring circuit	9
5.1 The π -network	9
5.2 Accessories of π -network	15
5.3 Associated equipment	15
6. Method of measurement	19
6.1 Initial calibration of π -network	19
6.2 Frequency and resistance measurement	21
APPENDIX — Additional information on accuracy	23

Withhold

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODE FONDAMENTALE POUR LA MESURE DE LA FRÉQUENCE
DE RÉSONANCE ET DE LA RÉSISTANCE SÉRIE ÉQUIVALENTE
DES QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUES PAR LA TECHNIQUE
DE PHASE NULLE DANS LE CIRCUIT EN π**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 49 de la CEI: Dispositifs piézo-électriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle constitue la deuxième partie des recommandations préparées par le Comité d'Etudes N° 49 sur les méthodes de mesures des quartz dont la Publication 302 de la CEI: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz, constitue la première partie.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Washington en 1970. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 49(Bureau Central)68, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud
(République d')
Allemagne
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Israël

Japon
Pays-Bas
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**BASIC METHOD FOR THE MEASUREMENT OF RESONANCE
FREQUENCY AND EQUIVALENT SERIES RESISTANCE
OF QUARTZ CRYSTAL UNITS BY ZERO PHASE TECHNIQUE
IN A π -NETWORK**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 49, Piezoelectric Devices for Frequency Control and Selection.

It forms the second part of Technical Committee No. 49 recommendations on measuring methods of crystal units of which IEC Publication 302, Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz, it forms the first part.

A first draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970. As a result of this meeting, a final draft, document 49(Central Office)68, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Canada
Denmark
France
Germany
Israel
Japan
Netherlands
Romania

South Africa
(Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet
Socialist Republics
United Kingdom
United States of America
Yugoslavia

MÉTHODE FONDAMENTALE POUR LA MESURE DE LA FRÉQUENCE DE RÉSONANCE ET DE LA RÉSISTANCE SÉRIE ÉQUIVALENTE DES QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUES PAR LA TECHNIQUE DE PHASE NULLE DANS LE CIRCUIT EN π

1. Domaine d'application

La présente recommandation définit une méthode simple de mesure de la fréquence de résonance et de la résistance série équivalente des quartz dans une gamme de fréquence de 1 MHz à 125 MHz avec une précision relative de fréquence se situant entre 10^{-6} et 10^{-8} suivant le type de quartz à mesurer et une précision de résistance série équivalente de $\pm 2\%$ à $\pm 5\%$ dépendant de la précision de la mesure de tension.

Les caractéristiques électriques du circuit en π sont entièrement spécifiées.

2. Définition de la résonance série

Un quartz piézoélectrique est un réseau à 3 pôles ayant une admittance complexe de transfert $Y_{12} = G_{12} + jB_{12}$, comme défini au paragraphe 1.1 de l'annexe.

Le boîtier est considéré comme pôle commun.

Pour les boîtiers en verre, le troisième pôle est défini à l'article 3.

La résonance série d'un quartz piézoélectrique seul, dans des conditions bien définies, est la plus basse des deux fréquences pour laquelle B_{12} est nulle.

A cette fréquence, la résistance série équivalente est $1/G_{12} = R_r$.

3. Plan de référence et caisse de blindage

Pour tenir compte de l'inductance des connexions d'un quartz, il est nécessaire de définir un plan de référence auquel les mesures doivent être faites. Ce plan est situé à 2 mm de l'endroit où émergent de l'embase les broches ou fils, sauf spécification contraire. Pour les boîtiers en verre, le troisième pôle est constitué par une caisse de blindage métallique ayant pour dimensions intérieures une hauteur de 27 mm et un plan de base de 40 mm $\times$ 40 mm (plan de base = plan de référence) et fermé au sommet. Le quartz piézoélectrique doit être placé au centre du plan de base de la caisse de blindage.

4. Principe de mesure

La mesure se réduit à la mesure de l'impédance d'un dipôle par insertion du quartz piézoélectrique dans un réseau en π (voir figure 1, page 8).

BASIC METHOD FOR THE MEASUREMENT OF RESONANCE FREQUENCY AND EQUIVALENT SERIES RESISTANCE OF QUARTZ CRYSTAL UNITS BY ZERO PHASE TECHNIQUE IN A π -NETWORK

1. Scope

This recommendation specifies a simple method of measurement of resonance frequency and equivalent series resistance of quartz crystal units in the frequency range of 1 MHz-125 MHz with a fractional frequency accuracy ranging between 10^{-6} and 10^{-8} depending on the type of crystal and an accuracy on the equivalent series resistance of $\pm 2\%$ to $\pm 5\%$ depending on the accuracy of the voltage measurement.

The electrical characteristics of the π -network are fully specified.

2. Definition of resonance frequency

The crystal unit is a 3-terminal network with a complex transfer admittance $Y_{12} = G_{12} + jB_{12}$, as defined in Sub-clause 1.1 of the appendix.

The holder is considered as the common terminal.

For glass holders, the third terminal is defined in Clause 3.

The resonance frequency is defined as the lower of the two frequencies of the crystal unit alone under specified conditions at which B_{12} is zero.

At this frequency, the equivalent series resistance is $1/G_{12} = R_r$.

3. Reference plane and shielding box

Because of lead inductance of the crystal unit it is necessary for the crystal unit to specify a reference plane at which the measurements are to be made. This plane is located at a distance of 2 mm from the place where the pins or leads emerge from the crystal unit, unless otherwise specified. The third terminal for glass holders is a metal shielding box with internal dimensions 27 mm in height and the base plane of 40 mm $\times$ 40 mm (base plane = reference plane) and closed at the top. The crystal unit is to be located at the centre of the base plane of the shielding box.

4. Principle of measurement

The measurement is reduced to a 2-terminal impedance measurement by inserting the crystal unit in a π -network (see Figure 1, page 9).

La phase de l'admittance de transfert du quartz piézoélectrique est indiquée sur un phasemètre branché aux bornes du réseau en π . La fréquence donnant une phase nulle est mesurée.

Le tarage du zéro de phase est obtenu en insérant une résistance de référence dans le réseau en π . La valeur de la résistance série équivalente peut être calculée à partir des tensions lues aux points A et B.

5. Circuit de mesure

Le circuit de mesure se compose fondamentalement d'un circuit en π relié par des câbles coaxiaux aux appareils de mesure associés (voir figure 1 ci-dessous).

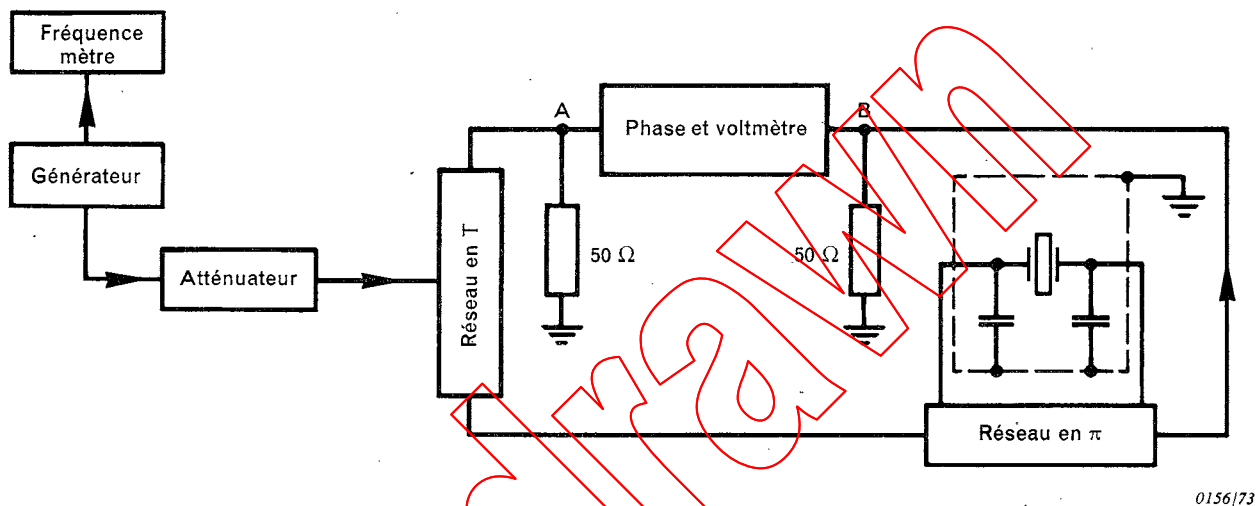


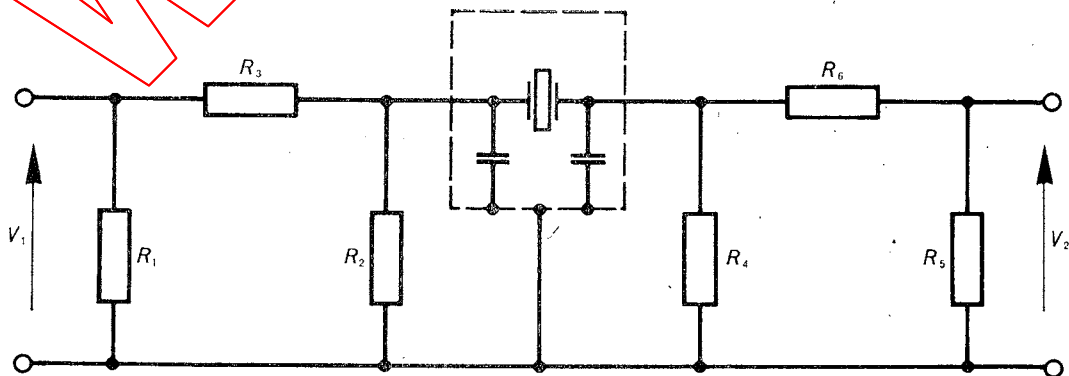
FIGURE 1

La construction du réseau en π a été soigneusement définie car toute la précision de la mesure en dépend. Par contre, le reste de l'équipement peut être complété, s'il le faut, de façon à réaliser un banc de mesure très élaboré. C'est pour cette raison que seules les caractéristiques essentielles de l'équipement annexe ont été spécifiées (voir paragraphe 5.3).

5.1 Réseau en π

5.1.1 Spécification électrique

5.1.1.1 Schéma du circuit



0157a/73

FIGURE 2

The phase of the crystal transfer admittance is indicated on a phase meter connected across the π -network. The frequency giving zero phase reading is measured.

Zero phase is calibrated by inserting a reference resistor in the π -network. The value of the equivalent series resistance can be calculated from the voltage readings on channels A and B.

5. Measuring circuit

Consists basically of a π -network connected with coaxial cables to the associated equipment (see Figure 1 below).

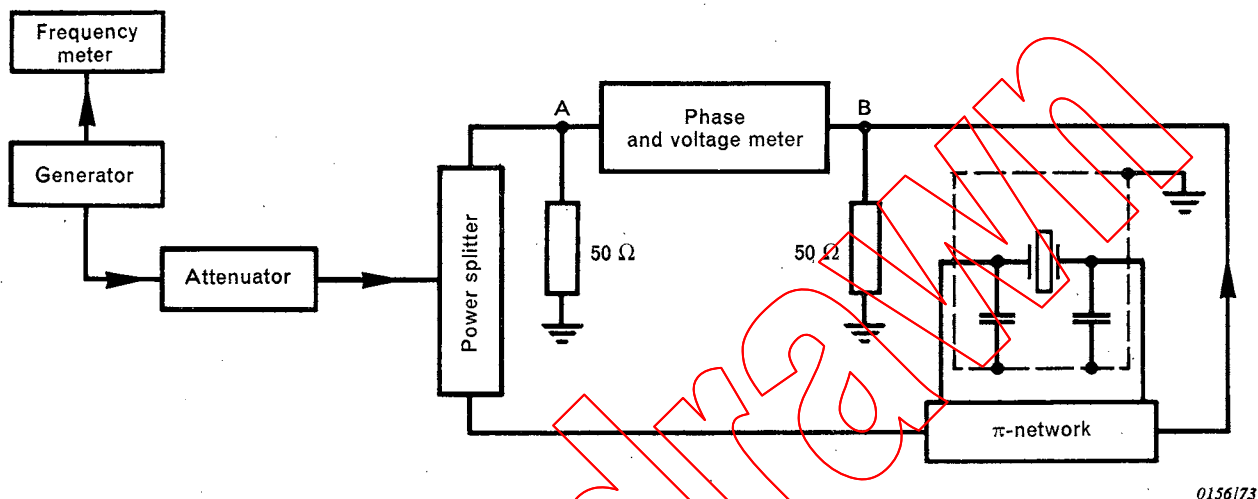


FIGURE 1

The fact is emphasized that the construction of the π -network determines the accuracy of the set-up, whereas the associated equipment can be extended, if necessary, to produce a very sophisticated set-up. For this reason, only the essential elements of the associated equipment are specified (see Sub-clause 5.3).

5.1 The π -network

5.1.1 Electrical specification

5.1.1.1 Circuit diagram

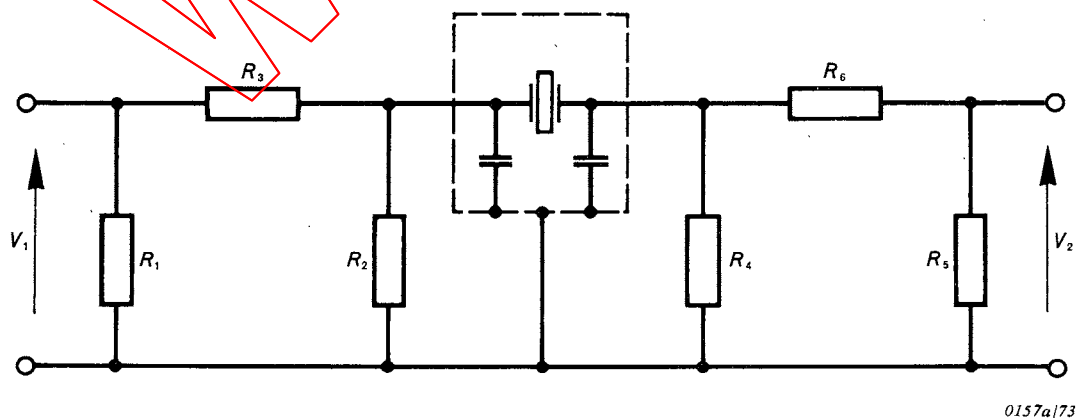


FIGURE 2